

Investigación original

Comportamiento agronómico de accesiones de frijol común en un suelo *typic ustifluvent* de baja fertilidad en Honduras

Juan Carlos Rosas 

jrosas@zamorano.edu

Profesor Emérito, Genética y Fitomejoramiento
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Universidad Zamorano
Honduras

Iveth Yassmin Rodríguez 

iveth.rodriguez1191@gmail.com

Asistente de Investigación
Agricultural Research Service- Tropical Agriculture Research Station, USDA-ARS-TARS
US Department of Agriculture (USDA)
Estados Unidos

James Scott Beaver 

james.beaver@upr.edu

Profesor Emérito
Estación Experimental Agrícola
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez
Puerto Rico

Timothy G. Porch 

timothy.porch@usda.gov

Fitogenetista
Agricultural Research Service- Tropical Agriculture Research Station, USDA-ARS-TARS
US Department of Agriculture (USDA)
Estados Unidos

Historial del artículo:

Recibido Marzo 5, 2025. Aceptado Noviembre 21, 2025. Publicado Diciembre 31, 2025.

Cómo citar: Rosas, J. C.; Rodríguez, I. Y.; Beaver, J. S. & Porch, T. G. (2025). Comportamiento agronómico de accesiones de frijol común en un suelo *typic ustifluvent* de baja fertilidad en Honduras. *Ceiba*, 58(2), 151-159.
<https://doi.org/10.5377/ceiba.v58i2.21688>

Resumen. El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un importante grano básico en la alimentación de la población de Centroamérica, producido mayormente en suelos de baja fertilidad y con uso limitado de fertilizantes sintéticos y enmiendas orgánicas. Las variedades tradicionales están relativamente bien adaptadas a estas condiciones, la gran mayoría carecen de tolerancia a enfermedades y plagas, por lo que existe una amplia brecha para incrementar los rendimientos de este cultivo usando variedades más tolerantes y prácticas sostenibles para mejorar su productividad. El objetivo del estudio fue evaluar la adaptabilidad agronómica de accesiones de frijol en un suelo de baja fertilidad para identificar materiales genéticos con alta eficiencia productiva y tolerancia a factores bióticos y abióticos que limitan la producción de este importante cultivo en la región. Las evaluaciones se condujeron en el período del 2014 a 2016, utilizando tratamientos con y sin fertilización en un arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los promedios de rendimiento para los ensayos BASE 2014, BASE 2015 y ERBAF 2016 en los tratamientos con fertilización fueron 1,456, 1,467 y 2,378 kg ha⁻¹, y sin fertilización 902, 827 y 1,063 kg ha⁻¹, respectivamente. Se identificaron accesiones de frijol común tolerantes a la baja fertilidad y buena adaptación agronómica, rendimiento de semilla y tolerancia a factores bióticos y abióticos limitantes, incluyendo entre otras,

a SIN 526, BFS 101, SER 125, SEQ 342-89, BFS 87, SEF 16 y SJC 730-79. Los procedimientos experimentales del estudio facilitaron la identificación de accesiones superiores que se recomiendan para la validación con productores y organizaciones para facilitar el acceso y mayor diseminación en las zonas productoras. Los resultados del presente estudio se consideran con vigencia actual debido a que la epidemia del COVID 19 y la reducción de fondos de organizaciones donantes limitaron el acceso y el uso de las accesiones promisorias en la región de Centroamérica.

Palabras clave: líneas y variedades, limitantes abióticos y bióticos, *Phaseolus vulgaris* L., rendimiento, tolerancia

Agronomic performance of common bean accessions in a *typic ustifluvent* low fertility soil in Honduras

Abstract: The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important staple crop in the diet of the Central American population, produced mainly in low-fertility soils with limited use of synthetic fertilizers and organic amendments. Traditional varieties are relatively well adapted to these conditions, but most lack resistance to diseases and pests, so there is still a wide gap to be filled in order to increase yields of this crop using more tolerant varieties and sustainable practices to improve its productivity. The objective of the study was to evaluate the agronomic adaptation of bean accessions in low-fertility soil to identify accessions with high productive efficiency and tolerance to limiting factors. The evaluations were conducted from 2014 to 2016, using treatments with and without fertilization in a split-plot arrangement with four replicates. The average yields in the BASE 2014, BASE 2015, and ERBAF 2016 trials under fertilization treatment were 1,456, 1,467, and 2,378 kg ha⁻¹, respectively, and without fertilization, 902, 827, and 1,063 kg ha⁻¹, respectively. Common bean accessions tolerant to low fertility with good agronomic adaptation, seed yield, and resistance to limiting biotic and abiotic factors were identified, including, among others, SIN 526, BFS 101, SER 125, SEQ 342-89, BFS 87, SEF 16, and SJC 730-79. The experimental procedures of the study facilitated the identification of superior accessions that are recommended for validation with producers and organizations to facilitate access and greater dissemination in producing areas. The results of this study are considered to be currently relevant because the COVID-19 epidemic and the reduction of funds from donor organizations limited access to and use of promising accessions in the Central American region.

Keywords: abiotic and biotic constraints, lines and cultivars, *Phaseolus vulgaris* L., tolerance, yield

Introducción

Un factor importante que limita la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Centroamérica es la baja fertilidad de los suelos para la producción de esta leguminosa de grano de gran relevancia para la seguridad alimentaria y nutricional de la mayoría de la población. Teniendo en cuenta que las características fisicoquímicas de los suelos en la región de Centroamérica limitan la productividad del cultivo, sin embargo, existen limitantes más frecuentes y de importancia en la producción de frijol que son los bajos contenidos de nitrógeno (N) y fósforo (P) (Rosas et al., 1996; Graham et al., 2003; Beebe et al., 2017; Beaver et al., 2021). Adicionalmente, los efectos causados por el cambio climático caracterizados por frecuentes períodos secos e incrementos de temperatura afectan al cultivo de frijol principalmente en la región del “corredor seco centroamericano” (Díaz-Ambrona et al., 2013; Eitzinger et al., 2013; Eitzinger et al., 2017; Rosas et al., 2023).

Por otro lado, las limitaciones económicas de los pequeños productores de frijol que producen la mayoría de este grano para consumo nacional y de exportación restringen el uso de fertilizantes, enmiendas orgánicas y la implementación de prácticas de conservación y mejoramiento de los suelos en sus fincas (Rosas et al., 2011; Reyes et al., 2023). Ante esta realidad, la búsqueda de

germoplasma con mejor adaptación (en cuanto a la interacción genotipo- ambiente) y una respuesta superior a insumos representa una alternativa viable para las condiciones de producción de esta leguminosa de grano en la región centroamericana.

Además de las limitaciones de fertilidad de los suelos y la producción en sistemas de subsistencia, el cultivo del frijol común en Centroamérica es afectado por varias enfermedades causadas principalmente por el virus del mosaico común (BCMV), el virus del mosaico dorado amarillo (BGYMV), la bacteriosis común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* Smith), la mancha angular [*Pseudocercospora griseola* (Saccardo) Crous y Braun], la mustia hilachosa [*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk] y la roya [*Uromyces appendiculatus* (Pers.:Pers.) Unger] (CIAT, 1989; Beaver et al., 2003). Por otro lado, entre las plagas que afectan a este cultivo se incluyen al lorito verde [*Empoasca kraemerii* Ross y Moore (Hemiptera: Cicadellidae)], crisomélidos [*Diabrotica* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae)], y el gorgojo común [*Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Chrysomelidae)] y el gorgojo mexicano [*Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Chrysomelidae)] que dañan al grano almacenado (Beaver et al., 2003; Beaver et al., 2023).

El objetivo del presente estudio fue determinar el comportamiento agronómico de un panel diverso de accesiones de frijol común con la finalidad de identificar

líneas sobresalientes y de buena estabilidad genética con características asociadas a una mayor eficiencia en el desarrollo vegetativo y reproductivo, y el rendimiento de grano, bajo condiciones de su cultivo en un suelo con bajos contenidos de materia orgánica, N y P. La identificación de estas líneas promisorias facilitará su uso potencial para desarrollar variedades tolerantes a factores bióticos y abióticos en la región y ser utilizada como progenitores en programas de mejoramiento para la adaptación a suelos marginales; así como el obtener una mayor respuesta al bajo uso de fertilizantes inorgánicos o a enmiendas de suelo que caracterizan a los sistemas de producción de la mayoría de los pequeños productores de frijol en Centroamérica.

Metodología

Dos ensayos identificados como “Evaluación de la Adaptación de Líneas de Frijol a Estreses Abióticos” (BASE) (Oladzad et al., 2019; Beaver et al., 2021) y un “Ensayo Regional de Líneas de Frijol Tolerantes a Baja Fertilidad” (ERBAF), fueron conducidos en el lote La Vega 4 de la Universidad Zamorano, Honduras, ubicado a 805 msnm y 14°00'36"N, 87°00'40"O. Este lote experimental presenta un suelo *typic ustifluvent* de baja fertilidad, y ha sido utilizado en ensayos previos para evaluar el comportamiento de accesiones de frijol común (Rosas et al., 1996; Ho et al., 2005; Henry et al., 2010) y maíz (Pierre et al., 2023a; 2023b). Los resultados de análisis de suelo de La Vega 4, previo a la siembra del primer ensayo, indicaron un pH 5.79, 1.09% materia orgánica (bajo), 0.05% N total (bajo), 14 P (bajo), 296 K (alto), 1516 Ca (alto), 154 Mg (bajo) y 33 Na (normal) mg/kg extractable en los sub-parcels que recibieron el tratamiento con fertilización; y un pH 6.11, 0.83% materia orgánica (bajo), 0.04% N total (bajo), 9 P (bajo), 308 K (alto), 1455 Ca (alto), 172 Mg (medio) y 35 Na (normal) mg/kg extractable en las sub-parcels no-fertilizadas.

Los ensayos de la presente investigación se condujeron utilizando un arreglo de parcelas divididas con los tratamientos con y sin fertilización distribuidos en las parcelas principales y las accesiones de frijol común en los sub-parcels y cuatro repeticiones. En el tratamiento con fertilización se utilizaron 130 kg ha⁻¹ de 18-46-0 a la

siembra más 65 kg ha⁻¹ de Urea 46% N a los 25 días después de la siembra (DDS) y en el tratamiento sin fertilización no se aplicaron fertilizantes.

El ensayo BASE-2014 conducido en la época de primera (junio-agosto) del 2014, estuvo conformado por 120 líneas incluyendo 19 andinas y 80 mesoamericanas de frijol común, cuatro de frijol tépari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray), 13 interespecíficas (*P. vulgaris* × *P. acutifolius*), y cuatro variedades testigos, dos andinas (“ICA Calima” e “ICA Quimbaya”) y dos mesoamericanas (“Amadeus 77” y DOR 390) (Cuadro 1).

El ensayo BASE-2015 conducido en la época de postrera (octubre-diciembre) del 2015, estuvo conformado por 118 accesiones incluyendo una andina y 109 mesoamericanas de frijol común, dos de frijol tépari, dos interespecíficas y los cuatro testigos del ensayo anterior. Las accesiones incluidas en los ensayos BASE-2014 y BASE-2015 procedieron de los programas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), la Universidad de Puerto Rico (UPR), la Estación de Investigación de Agricultura Tropical del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA/ARS-TARS, siglas en inglés), Mayagüez, Puerto Rico, y del Programa de Investigaciones en Frijol (PIF) de la Universidad Zamorano, Honduras (Rosas et al., 2011). Ambos ensayos BASE fueron conducidos utilizando la unidad experimental de un surco de 5 m de largo y 0.7 m de ancho (densidad poblacional de 142,857 plantas ha⁻¹), conteniendo un total de 50 plantas sembradas a 0.10 m entre plantas. Los datos de rendimiento de semilla se estimaron en muestras de 20 plantas de la parte central de la unidad experimental (parcela útil).

El ensayo ERBAF-2016 conducido en la época de primera (junio-septiembre) estuvo conformado por 24 líneas de frijol común, 22 seleccionadas del ensayo BASE-2015 y dos testigos (Amadeus 77 y DOR 390). Este ensayo se sembró el 24 junio 2016 empleando tratamientos con y sin fertilización en un diseño y unidades experimentales similares a las usadas en los dos ensayos BASE.

En los ensayos BASE-2014, BASE-2015 y ERBAF-2016, las malezas se controlaron con aplicaciones del herbicida pre-emergente glifosato y a los 30 DDS una mezcla de los herbicidas post-emergentes fomesafen y

Cuadro 1. Accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de los acervos genéticos Andino y Mesoamericano, frijol tépari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) e interespecíficas (*P. vulgaris* × *P. acutifolius*) incluidas en los ensayos BASE 2014, BASE 2015 y ERBAF 2016 conducidos en un suelo de baja fertilidad usando tratamientos con y sin fertilización. Zamorano, Honduras, 2014-16.

Ensayo	Frijol común (acervo Andino)	Frijol común (acervo Mesoamericano)	Frijol tépari (<i>P. acutifolius</i>)	Interespecíficas (<i>P. vulgaris</i> × <i>P. acutifolius</i>)
BASE-2014	19 + 2 testigos ^z	80 + 2 testigos	4	13
BASE-2015	1 + 2 testigos	109 + 2 testigos	2	2
ERBAF-2016	1	19 + 2 testigos	1	1

^zTestigos BASE 2014 y 2015: ICA Calima e ICA Quimbaya (andinos) y Amadeus 77 y DOR 390 (mesoamericanos).

Testigos ERBAF 2016: Amadeus 77 y DOR 390.

Cuadro 2. Promedios y rangos de temperaturas y acumulados de precipitación y riego complementario registrados en los ensayos BASE-2014, BASE-2015 y ERBAF-2016 de evaluación de la tolerancia a la baja fertilidad de líneas de frijol. Zamorano, Honduras.

Ensayo	Época de siembra	Temperatura promedio y rango (°C)	Precipitación y riego (mm)
BASE-2014	Primera (junio) 2014	23.8 (17.2-32.8)	369
BASE-2015	Postrera (octubre) 2015	24.3 (15.1-32.6)	250 ^a
ERBAF-2016	Primera (junio) 2016	23.6 (18.1-31.2)	354

^a Acumulado de 117 mm de lluvia más 133 mm de riego por goteo.

fluazifop-p-butil, para el control de malezas de hoja ancha y gramíneas, respectivamente. Cuando fue necesario, se realizaron 1-2 deshierbas manuales.

Las plagas de mosca blanca [*Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera:Aleyrodidae)], *Empoasca* sp. y *Diabrotica* sp. fueron controlados con dos aplicaciones del insecticida tiameksam + lambda-cialotrina (100 mL ha⁻¹) en las etapas de desarrollo V4 (3ra. hoja trifoliada) y R5 (prefloración), a los 20 y 30 DDS, respectivamente. Las enfermedades causadas por los hongos de la mancha angular [*Pseudocercospora griseola* (Saccardo) Crous y Braun] y mustia hilachosa [*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk] fueron controladas con tres aplicaciones del fungicida azoxistrobina (100 g ha⁻¹), en las etapas fisiológicas V4 (3ra. hoja trifoliada), R7 (formación de vainas) y R8 (llenado de vainas), a los 20, 40 y 50 DDS, respectivamente.

Las cantidades de agua provenientes de la precipitación y las aplicaciones de riego desde la siembra hasta la madurez fisiológica en los ensayos variaron de 250 a 369 mm (Cuadro 2). Las precipitaciones en los ensayos BASE-2014 y ERBAF-2016 fueron suficientes para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo. En cambio, en el ensayo BASE-2015 fue necesario utilizar un sistema de riego por goteo para complementar la precipitación en la época de siembra de postrera de ese año. Las cantidades de agua en los ensayos fueron relativamente similares a las recomendadas (300-350 mm) para el cultivo de frijol de ciclo corto (Allen et al., 1998) y en las zonas bajas de América Tropical (Rosas, 2003).

Las variables evaluadas en el ensayo BASE-2014 conducido en la época de siembra de primera (junio) fueron el rendimiento de grano (kg ha⁻¹ al 14% de humedad) en los tratamientos con y sin fertilización, y la media geométrica (MG) del rendimiento de semilla estimada mediante la ecuación MG= (R1 × R2)^{1/2}, donde R1 fue el rendimiento de semilla del tratamiento fertilizado y R2 del no fertilizado. La reducción del rendimiento se estimó mediante la diferencia del rendimiento en el tratamiento fertilizado menos el no fertilizado expresado en porcentaje. Los días a floración (DF) y a la madurez fisiológica (DMF) se registraron de acuerdo con Shoonhoven y Pastor Corrales (1987).

En el ensayo BASE-2015 conducido en la época de postrera (octubre) se evaluaron además del rendimiento de grano (RG) y la MG, el índice de partición de vainas

(IPV), el índice de cosecha de vainas (ICV) y el peso de 100 semillas (PCS). El índice de partición de vainas (IPV) se determinó en la etapa de madurez fisiológica (R9) mediante la ecuación IPV= [Peso seco de vainas/ (Peso seco de la biomasa + Peso seco de vainas)]; y el índice de cosecha de vainas (ICV) a la madurez de cosecha mediante la ecuación [ICV= Peso seco de semillas/ (Peso seco de semillas + Peso seco de vainas)], según Beebe et al. (2013) y Polanía et al. (2016).

En el ensayo ERBAF-2016 conducido en la época de primavera se evaluaron el RG y la MG, el IC y el PCS. Los datos de los tres ensayos mencionados fueron analizados mediante análisis de varianza y la separación de medias se realizó usando la prueba de la diferencia mínima significativa de Fisher ($p \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico “InfoStat versión 2020”.

Resultados y discusión

La baja fertilidad del suelo del lote experimental La Vega 4 fue adecuada para facilitar la identificación de las diferencias en el crecimiento y desarrollo y el rendimiento de grano de las accesiones en los ensayos conducidos en el presente estudio. En ensayos conducidos en el mismo lote experimental los resultados indicaron la importancia de la arquitectura de las raíces, incluyendo las raíces adventicias, número de venticilos y el ángulo de las raíces basales, necesarias en la adaptación de accesiones de frijol a suelos de baja fertilidad (Ho et al., 2005; Henry et al., 2010, Beaver et al., 2021). Este estudio demostró que el rendimiento de grano de las accesiones de frijol en el tratamiento con fertilización fue muy superior al de sin fertilización, validando los beneficios de esta práctica para incrementar la productividad del frijol común en un suelo de baja fertilidad (Graham et al., 2003; Dorcivill et al., 2010; Eitzinger et al., 2017).

Un grupo de accesiones de frijol común presentaron un comportamiento superior al promedio de rendimiento de grano, tanto en el tratamiento con fertilización como sin fertilización en los tres ensayos, expresando una mejor adaptación a las condiciones de estrés de baja fertilidad del suelo y mayor respuesta a la fertilización. En ensayos conducidos en un (suelo) oxisol de baja fertilidad en Puerto Rico, las diferencias en el rendimiento de semilla entre un grupo amplio de líneas de frijol común indicaron la importancia de la diversidad

Cuadro 3. Promedios de rendimiento de semilla bajo tratamientos con (+F) y sin fertilización (-F) y de la media geométrica (MG), porcentaje de reducción de rendimiento, días a floración y madurez fisiológica de las 20 líneas con mayor rendimiento de semilla y cuatro testigos (T) de las 120 líneas de frijol del ensayo BASE-2014 conducido en el lote de baja fertilidad La Vega 4 durante la época de siembra de primera (junio). Zamorano, Honduras, 2014.

Línea	Rendimiento semilla (kg/ha)			Reducción rendimiento (%)	Días a floración	Días a madurez
	+F	-F	MG			
TARS-Tep 23	2400	1271	1747	47	33	57
SIN 526	2314	1536	1885	34	35	61
DOR 364	2256	909	1432	60	38	64
BFS 101	2110	1439	1742	32	35	58
NCB 280	2105	1052	1488	50	35	60
TARS-Tep 32	2055	980	1419	52	32	56
SEN 56	2039	1280	1616	37	35	60
BFS 29	2017	1128	1508	44	35	61
TARS-LFR1	1985	990	1402	50	36	59
SER 48	1980	947	1369	52	36	58
SB-DT-1	1959	886	1317	55	37	61
BFS 139	1941	1146	1492	41	36	65
SER 125	1939	1353	1620	30	35	58
RCB 593	1909	883	1298	54	36	60
SCR 9	1868	1124	1449	40	36	58
BFS 129	1862	972	1345	48	35	60
BFS 87	1857	1008	1368	46	35	58
SEN 46	1853	1197	1489	35	37	59
TARS-Tep 22	1832	849	1247	54	31	54
G21212	1830	1213	1490	34	37	63
DOR390 (T1)	1465	913	1156	38	38	64
Amadeus (T2)	1923	1180	1507	39	36	59
Calima (T3)	995	515	716	48	37	65
Quimbaya (T4)	1391	744	1017	47	37	66
Promedio (n=120)	1456	902	1146	62	36	66
Valor P	0.00**	0.00**			0.00**	0.00**
DMS (0.05)	263	191			0.5	1.6

** Diferencias estadísticas significativas al $P \leq 0.01$.

genética para afrontar condiciones limitantes de suelo (Dorcinvil et al., 2010; Beaver et al., 2021).

En el ensayo BASE-2014 conducido con 120 accesiones de frijol común en la época de primera (Junio), un grupo de accesiones incluyendo a TARS-Tep 23 y TARS-Tep 32 (líneas de frijol tépari), SIN 526, DOR 364, BFS 101, NCB 280, SEN 56 y BFS 29, sobresalieron en el rendimiento de semilla ($>2,000 \text{ kg ha}^{-1}$), superando significativamente al promedio ($1,456 \text{ kg ha}^{-1}$) en el tratamiento con fertilización (Cuadro 3). Bajo el tratamiento sin fertilización, solo las líneas TARS-Tep 23, SIN 526, BFS 101, SEN 56 y SER 125 presentaron rendimientos

superiores ($>1,200 \text{ kg ha}^{-1}$) al promedio (902 kg ha^{-1}). En este ensayo BASE-2014, la reducción promedio en el rendimiento de semilla de las 120 líneas, debido al efecto del tratamiento sin fertilización con relación al fertilizado, fue de 62%. Sin embargo, se observaron líneas con $<40\%$ de reducción incluyendo a las mencionadas anteriormente. En cuanto a las diferencias significativas en los días a floración y a madurez fisiológica, estas fueron principalmente debidas a los efectos de las diferencias entre las accesiones.

En el ensayo BASE-2015 un grupo de líneas incluyendo a SEQ 342-89, Tío Canela 75, PR1217-16, SB

Cuadro 4. Promedios de rendimientos de semilla bajo tratamientos con (+F) y sin (-F) fertilización y de la media geométrica (MG), índice de partición de vainas, índice de cosecha de vainas, y peso de 100 semillas de 20 líneas con el mayor rendimiento de semilla y cuatro testigos (T) de las 118 accesiones de frijol del Ensayo BASE 2015 conducido en el lote de baja fertilidad La Vega 4 durante la época de postrera (octubre). Zamorano, Honduras, 2015.

Línea	Rendimiento de semilla (kg/ha)			Índice partición de vainas		Índice de cosecha		Peso 100 semillas (g)	
	+ F	- F	MG	+ F	- F	+ F	- F	+ F	- F
SEQ 342-89	2935	1010	1722	0.28	0.33	0.77	0.72	18.1	16.6
Tío Canela 75	2600	746	1393	0.41	0.41	0.70	0.68	22.0	16.5
PR 1217-16	2561	1073	1657	0.38	0.35	0.73	0.69	18.9	18.6
SB 815	2369	1004	1542	0.43	0.47	0.74	0.70	24.2	22.0
BFS 29	2326	1201	1671	0.44	0.51	0.70	0.71	24.0	21.6
SER 125	2301	1345	1759	0.40	0.48	0.75	0.74	24.5	23.2
SEF 16	2254	1288	1704	0.46	0.46	0.76	0.75	19.3	18.5
Rosetta	2238	686	1239	0.34	0.37	0.71	0.68	25.8	22.4
PR 1217-1	2227	961	1463	0.37	0.34	0.70	0.67	20.6	17.9
G40001	2162	1166	1588	0.33	0.41	0.68	0.73	9.8	8.5
BFS 139	2155	872	1371	0.33	0.32	0.76	0.70	26.5	23.2
INB 841	2116	750	1260	0.57	0.51	0.74	0.69	18.0	14.9
SB2-105	2098	997	1446	0.34	0.34	0.73	0.68	20.5	19.7
SB2-46	2063	753	1246	0.28	0.28	0.74	0.61	21.5	17.3
SB2-170	2033	752	1237	0.37	0.29	0.68	0.63	21.8	18.7
PR1483-105	1967	1139	1497	0.46	0.31	0.71	0.70	17.5	18.4
SEF 15	1951	859	1295	0.42	0.44	0.73	0.70	22.3	20.0
TARS-MST1	1948	796	1245	0.41	0.40	0.75	0.69	18.0	15.3
MER 2212-28	1940	661	1132	0.38	0.41	0.73	0.70	18.3	21.1
SB 787	1923	1527	1714	0.49	0.46	0.59	0.75	22.4	22.5
DOR 390 (T1)	1426	751	1035	0.35	0.36	0.73	0.70	16.9	16.5
Amadeus (T2)	1347	793	1033	0.47	0.42	0.71	0.67	20.2	19.5
Calima (T3)	1716	917	1255	0.26	0.41	0.70	0.70	43.8	37.5
Quimbaya (T4)	1196	646	879	0.51	0.37	0.61	0.64	38.3	25.1
Prom. (n=118)	1467	827	1101	0.33	0.36	0.68	0.68	19.4	18.2
Valor P	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**
DMS (0.05)	424	225	329	0.07	0.04	0.06	0.03	2.3	2.3

** Diferencias estadísticas significativas al $P \leq 0.01$.

815, BFS 29 y otras, presentaron un rendimiento significativamente superior ($>2,200 \text{ kg ha}^{-1}$) al promedio ($1,467 \text{ kg ha}^{-1}$) bajo el tratamiento con fertilización (Cuadro 4).

Por otro lado, en el tratamiento sin fertilización, las líneas BFS 29, SER 125, SEF 16, G40001 (tépari) y SB 787 presentaron un rendimiento superior ($>1,100 \text{ kg ha}^{-1}$) con relación al promedio (827 kg ha^{-1}). La línea SB 787 presentó el mejor rendimiento ($1,527 \text{ kg ha}^{-1}$) sin fertilización y fue una de las mejores en la MG, a pesar de ser la de menor respuesta a la fertilización entre las primeras 20 líneas. Los

promedios de las 118 accesiones de las variables IPV (0.33 y 0.34), ICV (0.68 y 0.68) y PCS (21.6 y 19.7 g/100), respectivamente, no fueron mayormente afectados por los tratamientos con y sin fertilización, y las diferencias fueron debidas a las accesiones.

En el ensayo ERBAF-2016 únicamente las accesiones SEF 16, DEORHO y SER 125 presentaron diferencias significativas con relación al promedio en el tratamiento fertilizado ($2,375 \text{ kg ha}^{-1}$), y las accesiones BFS 87 y BFS 81 superaron al promedio sin fertilización ($1,063 \text{ kg ha}^{-1}$) (Cuadro 5). Las accesiones con MG superior al

Cuadro 5. Promedios de rendimiento de semilla con (+F) y sin (-F) fertilización y de la media geométrica (MG), índice de cosecha de vainas y peso de 100 semillas de 24 accesiones de frijol del ensayo ERBAF (Ensayo Regional de Líneas de Frijol Tolerantes a Baja Fertilidad)- 2016 conducido en el lote de baja fertilidad La Vega 4 durante la época de siembra de primera (junio). Zamorano, Honduras, 2016.

Línea	Rendimiento de semilla (kg/ha)			Índice de cosecha		Peso 100 semillas (g)	
	+ F	- F	MG	+ F	- F	+F	-F
SEF 16	2863	1268	1906	0.78	0.77	23.8	21.7
DEORHO	2829	700	1407	0.77	0.76	21.9	20.5
SER 125	2780	1197	1824	0.79	0.76	28.1	24.5
Amadeus 77	2750	1154	1782	0.78	0.75	22.9	20.6
BFS 87	2692	1358	1912	0.77	0.75	30.5	26.7
Sayaxche ML	2690	992	1633	0.74	0.72	17.2	16.2
SJC 730-79	2655	1312	1866	0.78	0.73	23.5	21.0
ALS 0532-6	2650	871	1519	0.77	0.70	22.1	18.9
XRAV 40-4	2541	1214	1756	0.76	0.73	16.6	14.8
SEQ 342-89	2462	966	1542	0.78	0.74	17.7	15.3
SB 781	2458	1256	1757	0.72	0.69	18.8	16.6
BFS 81	2428	1374	1826	0.75	0.70	23.9	22.8
SEF 71	2417	1079	1615	0.75	0.76	27.0	25.9
BFS 29	2400	948	1509	0.77	0.75	23.9	21.5
DOR 390	2355	1069	1586	0.76	0.72	15.5	15.8
SEF 17	2327	1106	1604	0.78	0.75	29.5	27.3
PR 1217-16	2209	1083	1547	0.72	0.69	19.5	18.3
NCB 280	2170	1110	1552	0.75	0.77	24.5	22.7
SB 770	2069	1055	1477	0.74	0.69	21.6	21.8
PR 1483-105	1998	707	1188	0.72	0.72	21.9	17.2
Lenca Precoz	1962	1127	1487	0.73	0.75	18.8	20.0
G21212	1939	1089	1453	0.73	0.74	23.6	20.8
G40001 (tépari)	1777	850	1229	0.68	0.68	12.2	9.0
Jamapa	1656	631	1022	0.69	0.72	14.8	14.4
Promedio (n= 24)	2378	1063	1583	0.75	0.73	21.6	19.7
Valor P	0.031*	0.045*		0.00**	0.00**	0.00**	0.00**
DMS (0.05)	392	257		0.02	0.01	1.5	0.89

*, ** Diferencias estadísticas significativas al P<0.05 y P<0.01, respectivamente.

promedio (1,583 kg ha⁻¹) fueron SEF 16, SER 125, BFS 87, SJC 730-79 y BFS 81. En este ensayo, la fertilización con relación al tratamiento no fertilizado, no afectaron significativamente los promedios del ICV (0.75 y 0.73, respectivamente), pero si el PCS (21.6 y 19.7 g/100 semillas, respectivamente), siendo las diferencias registradas en estas variables debidas a los efectos de las accesiones.

En los ensayos BASE-2014, BASE-2015 y ERBAF-2016 conducidos bajo este estudio, un grupo de accesiones presentaron un comportamiento superior al

promedio de rendimiento de semilla, en ambos tratamientos con y sin fertilización, mostrando una mejor adaptación a las condiciones de estrés de baja fertilidad del suelo y una mayor respuesta a la fertilización. En cinco siembras del ensayo BASE-2015 conducidos en un suelo oxisol en Puerto Rico, Beaver et al. (2021) lograron identificar un grupo de líneas con rendimiento de semilla y fijación simbiótica de nitrógeno superiores, incluyendo a las accesiones TARS-MST1, PR 1483-105, PR 1217-16, MER 2212-28, SEF 6 y otras mencionadas por su comportamiento superior en esta investigación.

Conclusiones y recomendaciones

Las condiciones de manejo experimental con y sin fertilización facilitaron la identificación de accesiones de frijol con superior adaptación a las condiciones de baja fertilidad presentando un buen comportamiento agronómico y rendimiento de semilla, y resistencia a factores abióticos y bióticos limitantes. Los resultados sugieren la alternativa de utilizar variedades de frijol común con mejor adaptación a condiciones de baja fertilidad y respuesta a la fertilización para incrementar la producción de este grano básico de vital importancia para la alimentación de la mayoría de la población de Centroamérica.

De acuerdo con lo mencionado, se recomienda la validación de las líneas promisorias identificadas en este estudio en fincas de productores de frijol mediante enfoques participativos, para la posible liberación de variedades con mayor adaptación a la baja fertilidad de suelos y una respuesta superior a la aplicación de fertilizantes y enmiendas orgánicas. Así mismo, se recomienda incrementar la disseminación de aquellas variedades resilientes ya liberadas para facilitar una mayor adopción por los productores de frijol de la región centroamericana, mediante el acceso a semilla de calidad producida por el sistema formal de semilla, así como el fortalecimiento de las iniciativas de producción local de semilla por las organizaciones de productores establecidas.

Debido a la frecuente incidencia de enfermedades y plagas, la ocurrencia de períodos secos durante las épocas tradicionales de siembra y los efectos negativos causados por los incrementos de temperatura, principalmente en la región del corredor seco centroamericano, se requiere de un continuo esfuerzo en la identificación y utilización de la diversidad genética, disponible en los reservorios genéticos del frijol común y sus parientes del género *Phaseolus*, en el desarrollo de variedades con características genotípicas tolerantes que permitan afrontar los múltiples factores bióticos y abióticos que limitan la producción de este cultivo con el fin de garantizar una producción más estable que contribuya con la seguridad alimentaria y nutricional de la mayoría de la población centroamericana.

Los resultados del presente estudio se consideran con vigencia actual debido a que la epidemia del COVID-19 y la reducción de fondos de organizaciones donantes durante los años posteriores al estudio limitaron el acceso y uso de las accesiones promisorias en la región de Centroamérica.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Dr. Steve Beebe del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por contribuir al diseño y recomendaciones técnicas en la conducción de esta investigación, y proveer accesiones de germoplasma para los ensayos BASE.

Contribuciones de los autores

J.C. Rosas: Conceptualización de la investigación; planificación y supervisión de la investigación; procesamiento y análisis de datos; revisión y edición de borrador original y artículo final. **I.Y. Rodriguez:** Conceptualización de la investigación; planificación, coordinación y supervisión de la investigación; recolección, procesamiento y análisis de datos; revisión de borrador original y artículo final. **J.S. Beaver:** Conceptualización de la investigación; planificación, coordinación y supervisión de la investigación; revisión de borrador original y artículo final. **T.G. Porch:** Conceptualización de la investigación; planificación, coordinación y supervisión de la investigación; revisión de borrador original y artículo final.

Referencias

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration— Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO.
- Beaver, J.S., Rosas, J.C., Myers, J., Acosta, J., Kelly, D., Nchimbi-Msolla, S., Misangu, R., Temple, S., Arnaud-Santana, E. & Coyne, D.P. 2003. Contributions of the Bean/Cowpea CRSP to cultivar and germplasm development in common bean. *Field Crops Research* 82: 87-102.
- Beaver, J.S., Gonzalez-Velez, A., Lorenzo-Vasquez, G., Macchiavelli, R., Porch, T.G., & Esteves de Jensen, C. (2021). Performance of Mesoamerican bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in an unfertilized oxisol. *Agronomia Mesoamericana* 32,701-718. [\[Online\]](#)
- Beaver, J.S., González, A., Mateo, B., Lutz, G.G., Miranda, A., Rosas, J.C., & Porch, T.G. (2023). Release of multiple virus and bruchid resistant Mesoamerican bean germplasm lines PR1303-129 and PR1743-44. *Journal of Plant Registrations*, 1–8. [\[Online\]](#)
- Beebe, S.E., Rao I., Blair M.W., Acosta-Gallegos J.A. (2013). Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Frontier Physiology* 4:35. doi:10.3389/fphys.2013.00035.
- Beebe, S., Ramirez-Villegas J., Alvarez P., Ricaurte J., Mora A, Guerrero A.F., Rosas J.C., Rodríguez Baide J.M. y van den Berg M. (2017). Modelación del frijol en Latinoamérica: Estado del arte y base de datos para Parametrización. EUR 29028 ES, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-77340-2. doi:10.2760/325955, JRC110112.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1989. Bean production problems in the tropics. 2nd ed. Schwartz, H. F. and Pastor Corrales, M. A. (eds.).

- Cali, Colombia. 726 p.
- Díaz-Ambrona, C.A.H., Gigena, R., & Mendoza, C.O. (2013). Climate change on maize and dry bean yields of small holder farmers in Honduras. *Iberoamerican Journal of Development Studies* 2(1), 4-22.
- Dorcinvil, R., Sotomayor-Ramirez, D., & Beaver, J.S. (2010). Agronomic performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in an oxisol. *Field Crops Research* 118, 264-272. [\[Online\]](#)
- Eitzinger, A., Läderach, P., Sonder, K., Schmidt, A., Sain, G., Beebe, S., Rodríguez, B., Fisher, M., Hicks, P., Navarrete-Frías, C. & Nowak, A. (2013). Tortillas on the Roaster: Central America's Maize-Bean Systems and the Changing Climate. CIAT Policy Brief No. 6. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 6 p.
- Eitzinger, A., Läderach, P., Rodríguez, B., Fisher, M., Beebe, S., Sonder, K. & Schmidt, A. (2017). Assessing high-impact spots of climate change: spatial yield simulations with Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) model. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 22:743-760. [\[Online\]](#)
- Graham, P.H., Rosas, J.C., Estévez de Jensen, C., Peralta, E., Tlusty, B. & Acosta-Gallegos, J.A. (2003). Addressing edaphic constraints to bean production: Bean/Cowpea CRSP perspective. *Field Crops Research* 82, 179-192.
- Henry, A., Rosas, J.C., Beaver, J.S. & Lynch, J.P. (2010). Multiple stress response and below ground competition in multilines of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* 117(2-3), 209-218.
- Ho, M.D., Rosas, J.C., Brown, K.M. & Lynch, J.P. (2005). Root architectural tradeoff for water and phosphorus acquisition. *Functional Plant Biology* 32, 737-748.
- Oladzad, A., Porch, T., Rosas, J.C., Moghahdam, S.M., Beaver, J., Beebe, S., Burridge, J., Joshua, C., Miguel, M., Miklas, P., Ratz, B., White, J., Lynch, J. & McClean, P. (2019). Single and multi-trait GWAS identify genetic factors associated with production traits in common bean under abiotic stress environments. *G3: Genes/Genomes/Genetics* 9, 1881-1892.
- Pierre, F., Rodriguez, I.V., Colbert, R.W. y Rosas, J.C. (2023a). Comportamiento agronómico y adaptación de variedades criollas y mejoradas de maíz en un suelo *typic ustifluvent* de baja fertilidad. *Ceiba* 56(1), 16-30. Doi:10.5377/ceiba.v56i1.16352.
- Pierre, F., Arévalo Castro, F.J., Rodriguez, I.Y., Colbert, R.W. y Rosas, J.C. (2023b). Respuesta de variedades criollas y mejoradas de maíz a la fertilización e inoculación con hongos micorrizas-arbusculares en un suelo de baja fertilidad. *Ceiba*, 56(2), 70-89. Doi:10.5377/ceiba.v56i2.17118
- Polania J.A., Poschenrieder C, Beebe S., Rao I.M. 2016. Effective use of water and increased dry matter partitioning to grain contribute to yield of common bean improved for drought resistance. *Frontiers in Plant Science* 7:1-10. [\[Online\]](#)
- Reyes, B., Colindres, M., Peña, M., Rodríguez, C., Espada, A., Rivera, M., Alvarado, M., Donovan, J., Wiegel, J. & Stoian, D. (2023). Value chains for beans and maize in Honduras: opportunities for innovations at scale. CGIAR Technical Report, 35p. <https://hdl.handle.net/10568/138460>
- Rosas, J.C., Andrews, A.M. y Castro, J.A. (1996). Tolerancia del frijol común a la baja disponibilidad de fósforo en suelos de Honduras. *Ceiba* 37(2), 1-6.
- Rosas, J.C. (2011). Contribuciones del Programa de Investigaciones en Frijol en Centroamérica y El Caribe. *Ceiba* 52, 65-73.
- Rosas, J.C. (2020). Bean production and improvement in Central America. *Ann. Report of Bean Improv. Coop.* 63, 1-6.
- Rosas, J.C., Beaver, J.S. & Porch, T.G. (2020). Bean cultivars and germplasm released in Central America and the Caribbean. *Ann. Report Bean Improv. Coop.* 63, 107-110.
- Rosas, J.C., Rodriguez, I.Y., Beaver, J.S. y Porch, T.G. (2023). Adaptación agronómica de germoplasma de frijol común a las altas temperaturas en el Sur de Honduras. *Ceiba* 56(1), 31-49. doi:10.5377/ceiba.v56i1.16352
- Van Schoonhoven, A. & Pastor-Corrales, M.A. (1987). Standard System for the Evaluation of Bean Germplasm. Centro International Agricultural Tropical, Cali, 23 p.